

Çeşitli Emprenye Maddelerinin Mobilya ve Yapı Endüstrisinde Kullanılan Odun Türlerinin Bazı Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri

Abdi ATILGAN¹, Hüseyin PEKER²

¹Artvin Çoruh Üniversitesi Artvin Meslek Yüksekokulu, Artvin

²Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Artvin

Eser Bilgisi:

Araştırma makalesi

Sorumlu yazar: Hüseyin PEKER, e-mail: peker100@hotmail.com

ÖZET

Bu çalışmada, amonyum tetra flu borat (% 1 - % 3) ve çimento + boraks (% 6 - % 9) ile ASTM-D 1413-76 esaslarına göre emprenye edilen Doğu Kayını (*Fagus Orientalis Lipsky*) ve Sarıçam (*Pinus Sylvestris L.*) odunlarının yanma ve yoğunluk değerlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. ASTM D 160-50 standardına göre yapılan yanma deneyinde alev kaynaklı yanma (AKY), kendi kendine yanma (KKY), kor halinde yanma (KHY) işlemi yapılmış olup; ısı yoğunluk değeri, yanma süresi, dağılım ve kül miktarı belirlenmiştir. Deney sonuçlarına göre en yüksek retensiyon kayın odunu %9 çimento+boraks karışımında (42,43 kg/m³), en yüksek yanma sıcaklığı kayın odunu %6 çimento+boraks karışımında (587°C), ısı yoğunluk değeri KHY' da kayın odunu %9 çimento+boraks karışımında (267 Lüks), en uzun yanma süresi sarıçam odunu %1 amonyum tetra flu boratta (29.03 dk), en çok ağırlık kaybı sarıçam odunu kontrol örneğinde (% 94) tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sarıçam, kayın, borlu bileşikler, odunda yanma, emprenye, yoğunluk

Effects of Different Wood Preservatives on The Some Physical Properties of Wood Species Used in Furniture and Building Industry

Article Info:

Research article

Corresponding author: Hüseyin PEKER, e-mail: peker100@hotmail.com

ABSTRACT

This study aims to determine the combustion, density values of *Fagus* and *Pinus sylvestris*' woods impregnated with Ammonium tetra fluoro borate (1 - 3 %) and the mixture of cement and borax (6 % - 9 %) according to ASTM-D 1413-76 standards. In the combustion test carried out according to ASTM-D 160-50, the combustion resulted from flame, the self-combustion and the combustion as glowing processes were completed and the amount of lux, combustion duration, decomposition and ash were determined. According to experimental results, it is determined that *Fagus*' wood has the highest retention (42,43 kg/m³) in the mixture of cement and borax 9 %, combustion tempature (587 °C) in the mixture of cement and borax 6 % , the value of lux (267 lux) in the the combustion as glowing and *Pinus sylvestris*' wood has the longest combustion duration (29,03 min.) Ammonium tetrafluoro borate 1%, the most weight loss (94 %).

Keywords: *Pinus brutia* pine ,beech wood, boron compounds, combustion of wood, impregnation, density

GİRİŞ

Odun eşsiz yenilenebilir ve çevre dostu doğal kaynaklardan olması nedeniyle en yaygın olarak kullanılan yapı malzemeleri biridir. Kolay işleme, fiziksel ve mekanik özellikleri, estetik görünüm, çevre ve sağlık açısından, hem de konut ve konut dışı bina inşaat uygulamaları için ahşap ve ahşap esaslı kompozitlere artan bir ilgi vardır (Qu ve ark.2011; Temiz ve ark. 2008). Ahşap ve ahşap esaslı malzemeler, öncelikle karbon ve hidrojenle oluşmakta olup; yanıcılık özelliği bulunmaktadır (Chin-Mu ve Wang 1991).

Ahşap malzemeler birçok inşaat malzemelerinden daha iyi özelliklere sahip olmalarına rağmen yanmazlığı mümkün değildir. Bu amaçla, amonyum sülfat, amonyum klorid, disiyandiamid, boraks ve borik asit, ve çeşitli fosfor bileşikleri (fosforik asit, monoammonium ve diamonyum fosfatlar) kullanılmaya devam edilmiştir (Atar ve ark. 2004).

Ağaç malzeme yanabilen ve alevlenebilen bir maddedir. Yanmayı geciktirici emprenye maddeleri ağaç malzemenin bozunma sıcaklığının altında bozunarak selülozu hızla odun kömürü ve suya dönüştürürler. Böylece, daha yüksek sıcaklıkta oluşacak olan uçucu ve yanıcı maddeler oluşmadığı için odunun alevlenme özelliği azalmakta ve alevin savrularak çevreye yayılması önlenmektedir (Le Van ve Winandy 1990). Tanalith-CBC ile emprenye edilmiş masif ahşap örneklerinde yanma sonucunda yüksek ağırlık kayıpları tespit edilmiştir (Uysal ve Ozciftci 2004). Emprenye edilmiş odunun vernikleme işlemi ile de iç ve dış ortamda estetik, ekonomik ve koruyucu etkisinin arttığı bildirilmiştir (Kayacık 1968). Sarıçam ve doğu kayını odunlarını değişik emprenye maddeleriyle

işleme tabi tutmuş ve yoğunluk değerinin emprenye maddesi ve odun türlerine göre değiştiğini, kayın odununda borikasit ve boraks karışımının hemen peşinden ikincil olarak stiren ve metilmetakrilat emprenyesi ile beraber yoğunluğun 0,70 g/cm³'ten 0,91 g/cm³ çıktığını bildirmiştir (Peker ve ark. 1999; Atılgan ve ark. 2011). Odunun kendi kendine yanabilmesi için sıcaklığın 275°C'ye çıkarılması gerekmektedir (Williams 1990).

11 odun türünde yapılan deneylerde 93 °C' de 1 yıl süreyle bekletilme sonucu % 2.7, 121 °C' de 470 gün bekletme sonucu % 26.8, 149 °C' de 400 saat bekletme sonucu % 14.8 ve 167 °C' de 102 saat bekletme sonucu % 21.4 'lük bir ağırlık kaybı olduğu tesbit edilmiştir (Hafors 1990). Odun bileşiklerinde ısı etkisiyle meydana gelen değişimleri araştırma amacıyla yapılan çalışmada huş ksilani ve çam glukomannan'ın 117–127 °C'de bozunmaya başladığı, ladin odununun 130–145 °C'de ligninde, 156–170 °C'de selülozda bozunma gösterdiği tesbit edilmiştir. 160 °C sıcaklıkta 28 gün süreyle bekletilen kayın talaşında % 20 selüloz kaldığı, lignin miktarının 14 gün sonra % 2–3 kadar azaldığı, pentozanın % 37 'sinin 2 gün içinde bozulduğu saptanmıştır (Goldstein 1973). Kızılcık (*Pinus brutia* Ten.) odunundan hazırlanan deney örnekleri bor bileşikleri, su iticiler (stiren, metilmetakrilat v.b.), polietilenglikol–400 gibi emprenye maddeleriyle birincil ve ikincil olarak işleme tabi tutulmuş, borlu bileşiklerin yanma direncini artırdığı, su itici maddelerin ve PEG–400 uygulamasının aynı etkiyi göstermediği bildirilmiştir (Baysal 1994). Yapılan bir diğer çalışmada su itici maddelerle emprenye edilen odunun yanma özelliklerinde meydana gelebilecek değişikliklerin belirlenmesinin önem

taşıdığı tesbit edilmiştir (Yalınkılıç ve ark. 1996). Douglas (*Pseudotsuga Menziesii* (mirb) Franco) odunu bor bileşikleri ve PEG-400'lü gruplarla emprenye edilmek suretiyle yanma özellikleri incelenmiş, polietilenglikol'lü grupların olumsuz etkisine rağmen borlu bileşiklerin daha etkili sonuçlar verdiği bildirilmiştir (Örs ve ark.1999).

Kreozot ile emprenye edilen sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) odunu örneklerinde daldırma süresinin uzamasıyla absorpsiyon miktarının arttığı, buna bağlı olarak yanma ve ağırlık kaybı değerlerinde artış olduğu saptanmıştır (Örs ve ark. 1999). Sarıçam ve doğu kayını odunlarından hazırlanan deney örnekleri, sodyum sülfat, sodyum tetraborat, bakır sülfat, potasyum nitrat, çinko sülfat ile daldırma ve basınç uygulanan yöntemlerle emprenye edilmiş, daldırma metoduyla emprenyeli örneklerin yanma özelliklerinin düşük değer verdiği buna karşın basınçlı yöntemlerle emprenye edilen odun örneklerinin daha yüksek sonuç verdiği gözlenmiştir (Örs ve ark. 2001).

Bu çalışmada; odunun iç ve dış ortam etkilerine karşı korunması ve yanmayı geciktirici etkisinin belirlenmesi amacıyla amonyum tetra flu borate ve çimento+ boraks'ın çeşitli konsantrasyonlarda emprenye edilmesiyle yoğunluk ve yanma üzerinde meydana gelen değişimler araştırılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Kayın ve sarıçam odunu örnekleri, dağ ve sahil tipi arası, normal özellikler gösteren bir bölgeden; Sarıçam-Kayın (Maçka-

/Trabzon) TS 345 (1974) ve TS 1476 (1984) belirtilen esaslara uyularak alınmıştır. Tomrukların enine kesitlerine renklenmeyi önleyici (antiblu) uygulaması yapılmıştır. Deney örneklerinin emprenyesinde kullanılan amonyum tetra flu borat, boraks ve çimento medikallerden temin edilmiştir.

1. Amonyum tetra flu borat % 1 ve % 3'lük konsantrasyonlarda hazırlandı. Tuzlar özellikle % 10 üzerindeki konsantrasyonlarda ısı etkisi ile çözündürülmekte bu da çözelti özelliğini olumsuz etkilemektedir (Baysal ve ark. 2006).

2. Çimento + Boraks % 6 ve % 9 'luk konsantrasyonlarda hazırlanmıştır.

Yöntem

Deney Örneklerinin Hazırlanması

Kayın ve sarıçam odunu tomrukları TS 345 ve TS 1476 esaslarına uyularak belirlenen toplam 10 adet ağacın dip kısımlarından 2 m yukarıdan olmak üzere alınmıştır. Tomruklar taze halde iken radyal yönde biçilerek prizmalar elde edilmiştir. Daha sonra yıllık halkalara teğet yönde kesilen prizmaların diri odun kısımlarından ve 60 cm uzunlukta parçalar alınmıştır. Taslak halinde hazırlanan bu parçalar sıcaklığı 20 ± 2 °C ve bağıl nemi 65 ± 3 olan şartlardaki iklim odasında ortalama % 12 rutubete ulaşmaya kadar bekletilmişlerdir. Daha sonra emprenye deney planında belirtilen rutubetlere kadar özenli ve yavaş kuruma sağlayan kurutma programı uygulanarak (max 50 °C) kurutulmuşlardır. Uygulanacak emprenye işleminin gerektirdiği rutubete kadar kurutulan taslak parçalardan $1.5 \times 1.5 \times 50$ cm boyutlarında kesilen kısımları, emprenye edildikten

sonra başlarından 2.5 cm' lik kısımları atılmıştır. Geri kalan parçadan 13*13*76 mm uzunlukta yanma deneyi örnekleri kesilmiş ve deney anına kadar 20 ± 2 °C sıcaklık ve % 65 ± 3 bağıl nem şartlarında iklim odasında bekletilmişlerdir. Her deney periyodunda 24 adet örnek alınarak varyasyonlarda 2 grup kullanılmıştır. Yoğunluk değerlerinin tespitinde deney örnekleri 20*20*30 mm olarak TS standartlarına göre hazırlanmıştır. (TS 345 1974; TS 1476 1984).

Emprenye İşlemi

Deney örneklerinin emprenyesinde ASTM-D 1413-76'da belirtilen esaslara uyulmuştur. Bunun için örnekler önce 60 cm Hg 'ya eşdeğer 60 dk süreyle ön vakum uygulandıktan sonra, 60 dk süreyle örnekler normal atmosfer basıncında çözelti içerisinde bırakılmıştır. Deney örneklerinin retensiyon miktar (R, kg/m³) ve retensiyon oranı (R, %) örnekler emprenye öncesi ve sonrası tam kuru hale getirildikten sonra (ASTM-D 1413-76 1984);

$$R = \frac{GxC}{V} \times 10(kg / m^3)$$

$$R(\%) = \frac{Moes - Moeö}{Moeö} \times 100$$

eşitliğinden hesaplanmıştır.

Yoğunluk

Hava Kuru Yoğunluk

Örneklerin rutubetleri TS 2471 yoğunlukları esaslarına uyularak belirlenmiştir. Buna göre; deney örnekleri 20 ± 2 °C sıcaklık ve % 65 ± 5 bağıl nem şartlarındaki kabinde değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletildikten sonra 0,01g duyarlıklı analitik terazi ile tartılmıştır. Aynı zamanda boyutları $\pm 0,01$ mm duyarlıklı

dijital kompas ile ölçülerek hacimleri stereo metrik metot ile belirlendikten sonra hava kuru haldeki ağırlık (M12) ve hacim (V12) değerine göre hava kuru yoğunluk (δ_{12}); (TS 2471 1976).

$\delta_{12} = M12 / V12$ g/cm³ eşitliğinden hesaplanmıştır

Burada;

M12 = Örnek ağırlığı (g)

V12 = Örnek hacmi (cm³)

Tam Kuru Yoğunluk

Ağaç malzemelerin tam kuru yoğunluk değerlerini belirlemek için hava kuru haldeki örneklerden yararlanılmıştır. Bu maksatla TS 2472 esaslarına uyulmuştur. Buna göre hava kuru haldeki örnekler 103 ± 2 °C sıcaklıktaki havalandırılabilen kurutma dolabında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar kurutulmuştur. Daha sonra kurutma dolabından alınarak içerisinde CaCl₂ bulunan desikatörde soğutulduktan sonra 0,01g duyarlıklı analitik terazide tartılmış, boyutları $\pm 0,01$ mm duyarlıklı dijital kumpas ile ölçülerek hacimleri stereometrik metot ile belirlendikten sonra tam kuru yoğunluklar (δ_0); tam kuru ağırlık (Mo) ve hacim (Vo) değerlerine göre;

$\delta_{12} = M0 / V0$ g/cm³ eşitliğinden hesaplanmıştır (TS 2472 1976).

Yanma Deneyi

Yanma deneylerinde ASTM -E 160-50'deki belirtilen esaslara uyulmuştur. Buna göre, test ve kontrol örnekleri yakma işleminden önce 27 ± 2 °C sıcaklık ve % 30 ± 3 bağıl nem şartlarındaki iklimlendirme odasında % 7 rutubete ulaşmaya kadar bekletilmişlerdir. Kontrol örneklerinin bir kısmının rutubeti % 30 olarak muhafaza

edilmiştir. Deneyde 24 adet örnek 12 katta üst üste kare prizma şeklinde dizilerek yakılmıştır (Şekil 1). Yakıt olarak kullanılan bütan gazının basıncı 0,5 kg/cm² olacak şekilde sabit tutulmuştur. Ölçmeler alev kaynaklı yanma, kendi kendine yanma ve kor halinde yanma olmak üzere üç aşamada yapılmıştır. Kendi kendine yanma süresi, alev kaynağının kapatılmasından sonra deney örneklerinin alevli yanmaya kadar devam ettiği süre, alevli yanmadan dağılmaya kadar geçen süre ise kor halinde yanma olarak tanımlanmaktadır. Yanma deney düzeneği şekil 1 'de verilmiştir (ASTM D 1413-76 1976).



Şekil 1. Yanma Deney Düzeneği

Verilerin Değerlendirilmesi

Hazırlanan örneklerin yanma deneyinde belirlenen retensiyon miktarları, ağırlık kayıpları, yanma sıcaklığı, ışık yoğunlukları ve yıkılma süresine emprenye maddelerinin etkisini belirlemek için gruplara kendi arasında tek yönlü T testi (basit varyans analizi) uygulanmıştır. Varyans analizine göre anlamlı çıkan faktörlerin önem dereceleri Duncan testi yardımı ile belirlenmiştir.

BULGULAR

Emprenye Çözeltilerinin Özellikleri

Emprenye işleminde kullanılan çözeltilerin özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Çözeltilerin emprenye öncesi ve sonrası ölçülen pH değerleri ve yoğunluklarında önemli bir değişim olmamıştır. Bu durum her emprenye varyasyonunda taze çözeltiyle çalışmaktan kaynaklanmıştır. Amonyum tetra flu borat % 1- % 3 'lük çözeltisinde pH değerlerinin asidik bölgede olması, bu çözeltilerin odundaki polisakkaritleri olumsuz etkilemesi ve hidroliz olasılığını güçlendirmektedir.

Tablo 1. Emprenye Çözeltilerinin Özellikleri

| Emprenye Maddesi | Çözücü Madde | Sıcaklık (°C) | Ph | | Yoğunluk | |
|-----------------------------|--------------|---------------|-------|-------|----------|-------|
| | | | EÖ | ES | EÖ | ES |
| Amonyum tetra flu borat % 1 | DS | 23 | 5.75 | 5.68 | 1.013 | 1.015 |
| Amonyum tetra flu borat % 3 | DS | 23 | 3.01 | 2.98 | 1.018 | 1.022 |
| Çimento + Boraks % 6 | DS | 23 | 12.80 | 12.75 | 0.720 | 0.721 |
| Çimento + Boraks % 9 | DS | 23 | 11.90 | 11.80 | 0.850 | 0.855 |

DS: Destile Su EÖ:Emprenye öncesi ES:Emprenye sonrası

Retensiyon Miktarları (kg/m³)

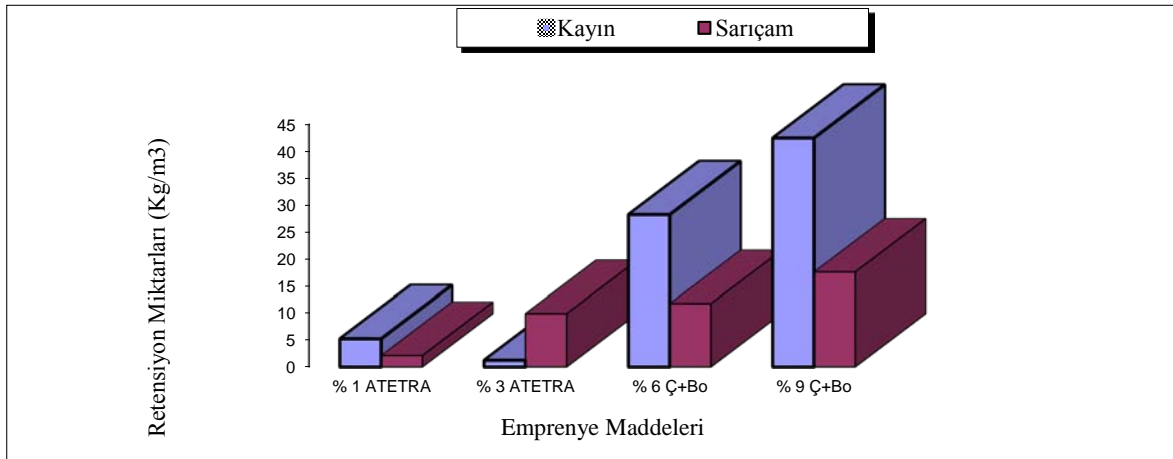
Retensiyon miktarları Tablo 3 'te bunlara ilişkin değişim grafiği Şekil 2'de verilmiştir. Tablo 2 ve şekil 2 incelendiğinde; en yüksek retensiyon değeri kayın odununda

% 9 çimento+boraks karışımında (42,43 kg/m³) gerçekleşirken, en düşük sarıçam odununda % 1 amonyum tetra flu borate çözeltisinde gerçekleşmiştir. Çimento+boraks her iki odun türünde yüksek retensiyon vermiştir.

Tablo 2. Retensiyon (kg/m³) Miktarları

| Konstrasyon Oranı | Emprenye Maddeleri | \bar{X} | Kayın St sp | HG | \bar{X} | Sarıçam St sp | HG |
|-------------------|----------------------------|-----------|----------------|----|-----------|------------------|----|
| % 1 | Amonyum tetra flu borat | 5.24 | 5.80 | D | 2.13 | 4.60 | D |
| % 3 | Amonyum tetra flu borat | 1.24 | 2.12 | C | 9.89 | 3.10 | C |
| % 6 | Çimento+ Boraks (Karışımı) | 28.29 | 8.98 | B | 11.74 | 11.60 | B |
| % 9 | Çimento+ Boraks (Karışımı) | 42.43 | 9.56 | A | 17.62 | 10.70 | A |

*** \bar{X} :** Ortalama **HG:** Homojenlik grubu **St sp:** Standart sapma, ****Her bir deneme 4 gruptan oluşturulmuştur ve 1 grup 24 adet örnekten oluşmuştur**



Şekil 2. Retensiyon miktarları

% Retensiyon Oranları

Emprenye maddelerinin % retensiyon oranları Tablo 3 'te grafik şekil 2'de verilmiştir. En yüksek % yüksek retensiyon kayınamonyum tetra flu borate (% 3,91)

iken, en düşük kayın odununda %6 çimento karışımında (%0,19) gerçekleşmiştir. En yüksek % retensiyon oranı kayın odununda (Amonyum tetra flu borat) tespit edilmiştir.

Tablo 3. % Retensiyon Oranları

| Konstrasyon Oranı | Emprenye Maddeleri | Kayın | | | Sarıçam | | |
|-------------------|---------------------------|-------|-------|----|---------|-------|----|
| | | Ort. | St sp | HG | Ort. | St sp | HG |
| % 1 | Amonyum tetra flu borat | 1,25 | 3,6 | D | 0,35 | 2,8 | D |
| % 3 | Amonyum tetra flu borat | 3,91 | 4,4 | C | 1,35 | 3,1 | C |
| % 6 | Çimento+Boraks (Karışımı) | 0,19 | 8,13 | B | 0,22 | 9,1 | B |
| % 9 | Çimento+Boraks (Karışımı) | 0,94 | 7,3 | A | 0,71 | 10,2 | A |

X: Ortalama HG: Homojenlik grubu St sp: Standart sapma

Yanma Özellikleri

Alev Kaynaklı, Kendi Kendine ve Kor Halinde Yanma Sıcaklığı

Alev kaynaklı yanma, kendi kendine yanma ve kor halinde yanma sırasında ölçülen ortalama sıcaklıklar Tablo 4'te verilmiştir. Alev kaynaklı yanmada en yüksek sıcaklık kayın odununda % 6 çimento+boraks

karışımında (587°C), en düşük sarıçam odununda %1 Amonyum tetra flu boratta (509 °C), kendi kendine yanmada ise; en yüksek sarıçam kontrol örneğinde (568°C), en düşük kayın odununda % 3 Amonyum tetra flu boratta (345°C) ve kor halinde yanmada en yüksek % 7 rutubetli kayın kontrol örneğinde (249°C), en düşük kayın %3 Amonyum tetra flu boratta (119°C) belirlenmiştir

Tablo 4. Yanma Sıcaklıkları (°C)

| S. No | Emprenye Maddesi | | AKY Ort. | AKY St sp | AKY HG | KKY Ort. | KKY St sp | KKY HG | KHY Ort. | KHY St sp | KHY HG |
|-------|------------------|------------|----------|-----------|--------|----------|-----------|--------|----------|-----------|--------|
| 1 | Sarıçam | Kontrol %7 | | 113 | E | 568 | 95 | A | 187 | 45 | F |
| 2 | Kayın | Kontrol %7 | 477 | 71 | I | 484 | 88 | D | 249 | 24 | B |
| 3 | Sarıçam | % 1 AT | 509 | 87 | H | 387 | 171 | F | 120 | 19 | G |
| 4 | Sarıçam | % 3 AT | 528 | 70 | E | 379 | 170 | E | 124 | 22 | H |
| 5 | Sarıçam | % 6 Ç+Bo | 536 | 84 | D | 567 | 74 | A | 214 | 58 | D |
| 6 | Sarıçam | % 9Ç +Bo | 514 | 13 | G | 521 | 89 | B | 221 | 37 | E |
| 7 | Kayın | % 1 AT | 523 | 88 | F | 378 | 163 | E | - | - | - |
| 8 | Kayın | % 3 AT | 541 | 86 | C | 345 | 150 | G | 119 | 19 | G |
| 9 | Kayın | % 6 Ç+Bo | 587 | 92 | A | 494 | 126 | C | 254 | 14,33 | A |
| 10 | Kayın | % 9Ç +Bo | 574 | 92 | B | 487 | 137 | D | 241 | 17 | C |

Ort: Ortalama St.sp: Standart sapma HG: Homojenlik Grubu %7: Odun Rutubeti AT: Amonyum tetra flu borat Ç+Bo: Çimento + Boraks AKY: Alev kaynaklı yanma KKY: Kendi kendine yanma KHY: Kor halinde yanma

Işık Yoğunlukları

Alev kaynaklı, kendi kendine ve kor halinde yanma sırasında ölçülen ortalama ışık yoğunlukları Tablo 5'de verilmiştir. Alev kaynaklı yanmada en yüksek ışık yoğunluğu kayın odununda % 9 çimento+boraks karışımında (264 Lüks), en

düşük kayın odununda (221 Lüks), kendi kendine yanmada ise; en yüksek kayında % 9 çimento+boraks odununda (254 Lüks), en düşük kayın kontrolde (216 Lüks) ve kor halinde yanmada en yüksek kayın odununda % 9 çimento+boraks karışımında (267 Lüks), en düşük kayın kontrol örneğinde (225 Lüks) belirlenmiştir.

Tablo 5. Işık Yoğunluk Değerleri (Lüks)

| S. No | Emprenye Maddesi | AKY Ort. | AKY St sp | AKY HG | KKY Ort. | KKY St sp | KKY HG | KHY Ort. | KHY St sp | KHY HG |
|-------|--------------------|----------|-----------|--------|----------|-----------|--------|----------|-----------|--------|
| 1 | Sarıçam Kontrol %7 | 255 | 8,5 | B | 239 | 12,5 | E | 253 | 1,19 | B |
| 2 | Kayın Kontrol %7 | 221 | 6,3 | H | 216 | 13 | H | 225 | 0,48 | E |
| 3 | Sarıçam % 1 AT | 248 | 4,2 | C | 250 | 5,2 | B | 254 | 11,2 | B |
| 4 | Sarıçam % 3 AT | 223 | 5 | G | 233 | 27 | F | 233 | 3 | D |
| 5 | Sarıçam % 6 Ç+Bo | 244 | 3,5 | D | 240 | 810 | D | 248 | 2,33 | C |
| 6 | Sarıçam % 9Ç +Bo | 235 | 5 | F | 222 | 9 | G | 234 | 5 | D |
| 7 | Kayın % 1 AT | 242 | 2,5 | E | 238 | 9 | E | - | - | - |
| 8 | Kayın % 3 AT | 234 | 1,5 | F | 234 | 1,5 | F | 235 | 4,7 | D |
| 9 | Kayın % 6 Ç+Bo | 247 | 4,83 | C | 243 | 12,9 | C | 253 | 0,81 | B |
| 10 | Kayın % 9Ç +Bo | 264 | 4,7 | A | 254 | 10,9 | A | 267 | 0,4 | A |

Yanma, Yıkılma ve Ağırlık Kayıpları

Kontrol ve deney örneklerinin yanma (dk), yıkılma süreleri (dk) ve ağırlık kayıpları (%) Tablo 6'da verilmiştir. Toplam yanma süresi en uzun kayın kontrol örneğinde (29.31 dk), en kısa yanma süresi kayında %1 Amonyum tetra flu boratta (16.36 dk);

dağılma başlangıcı en uzun sarıçam odununda (900 sn), en kısa kayında % 6 çimento+boraks karışımında (300 sn); en çok ağırlık kaybı sarıçam odunu kontrol örneğinde (% 94) ,en düşük kayında %3 Amonyum tetra flu boratta (% 77) gerçekleşmiştir.

Tablo 6. Yanma, Yıkılma Süreleri ve Ağırlık Kayıpları

| S.No | Emprenye Maddesi | Toplam Yanma Süresi (dk) | Yıkılma Başlangıç Süresi (sn) | Tam Yıkılma Süresi (sn) | Ağırlık Kaybı (%) |
|------|----------------------|--------------------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------|
| 1 | Sarıçam Kontrol (%7) | 29.15 | - | 900 | 94 |
| 2 | Kayın Kontrol (%7) | 29.31 | 90 | 390 | 92 |
| 3 | Sarıçam % 1 AT | 29.03 | - | - | 88 |
| 4 | Sarıçam % 3 AT | 20.53 | 210 | - | 86 |
| 5 | Sarıçam % 6 Ç+Bo | 22.03 | - | 720 | 89 |
| 6 | Sarıçam % 9Ç+Bo | 23.20 | 240 | 600 | 87 |
| 7 | Kayın % 1 AT | 16.36 | 150 | 480 | 82 |
| 8 | Kayın % 3 AT | 28.37 | 150 | - | 77 |
| 9 | Kayın % 6 Ç+Bo | 26.10 | 120 | 300 | 91 |
| 10 | Kayın % 9 Ç+Bo | 28.38 | 270 | 390 | 85 |

Yoğunluk Değerleri

Tam Kuru ve Hava Kurusu Yoğunluk

Tam kuru ve hava kurusu yoğunluk değişim değerleri Tablo 7 'de verilmiştir. Tam kuru yoğunluk değeri en yüksek kayın odununda % 3 Amonyum tetra flu borat

(0.93 g/cm³) , sarıçam odununda % 6 Çimento+boraks (0.68 g/cm³) gerçekleşmiş olup; hava kurusu yoğunluk değeri en yüksek sarıçamda % 3 Amonyum tetra flu borat (0.83 g/cm³) en düşük sarıçam odununda % 6 Çimento+Boraks (0.64 g/cm³) tespit edilmiştir. Odun türü çözelti konsantrasyonu yoğunluk değişiminde etkili faktör olarak görülmüştür.

Tablo 7. Tam Kuru ve Hava Kurusu Yoğunluk (g/cm³)

| Emprenye Maddesi ve Konsantrasyon | Tam Kuru Yoğunluk | | | | | |
|-----------------------------------|-------------------|-------------------------|----|------|-----------------------|----|
| | Ort. | <u>Sarıçam</u> St.sp | HG | Ort. | <u>Kayın</u> St.sp | HG |
| Kontrol (7 Rutubet) | 0.54 | 3.22 | E | 0.65 | 6.59 | E |
| % 1 Amonyum tetra flu borat | 0.77 | 5.31 | B | 0.89 | 7.15 | B |
| % 3 Amonyum tetra flu borat | 0.79 | 8.28 | A | 0.93 | 3.79 | A |
| % 6 Çimento+Boraks | 0.68 | 6.45 | D | 0.79 | 1.89 | D |
| % 9 Çimento+Boraks | 0.70 | 2.20 | C | 0.84 | 6.18 | C |

| | Hava Kurusu Yoğunluk | | | | | |
|-----------------------------|----------------------|-------------------------|----|------|-----------------------|----|
| | Ort. | <u>Sarıçam</u> St.sp | HG | Ort. | <u>Kayın</u> St.sp | HG |
| Kontrol (7 Rutubet) | 0.58 | 7.12 | E | 0.73 | 3.49 | C |
| % 1 Amonyum tetra flu borat | 0.69 | 2.37 | B | 0.78 | 2.64 | B |
| % 3 Amonyum tetra flu borat | 0.77 | 1.92 | A | 0.83 | 6.37 | A |
| % 6 Çimento+Boraks | 0.64 | 4.56 | D | 0.75 | 3.45 | D |
| % 9 Çimento+Boraks | 0.70 | 5.19 | C | 0.78 | 9.18 | D |

SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada iç ve dış ortam etkilerine karşı çeşitli emprenye maddelerinin kayın ve sarıçam odununun yanma özellikleri ve yoğunlukları üzerine etkileri araştırılmıştır. Elde edilen deney sonuçlarına göre; çözeltilerin emprenye öncesi ve sonrası ölçülen pH değerleri ve yoğunluklarında önemli bir değişim olmamıştır. Bu durum her emprenye varyasyonunda taze çözeltiyle çalışmaktan kaynaklanmış olabilir. Emprenye işleminde en yüksek retensiyon miktarı kayın odununda % 9 çimento+boraks karışımında (42,43 kg/m³) gerçekleşirken, en düşük sarıçam odununda % 1 amonyum tetra flu borat çözeltisinde gerçekleşmiştir. Çimento+boraks her iki odun türünde yüksek retensiyon vermiştir.

En yüksek % retensiyon; kayın odunu amonyum tetra flu borat (% 3,91) iken, en düşük kayın odununda % 6 çimento+boraks karışımında (% 0,19) gerçekleşmiştir. Buna göre aynı çözelti konsantrasyonu ve emprenye maddesi için elde edilen değerler arasında meydana gelen farklar çözeltilerin retensiyon miktarları arasındaki farktan kaynaklanmış olabilir (Örs ve ark. 2001). Yalınkılıç ve ark. (1996) çeşitli odun türü ve değişik emprenye maddeleriyle yapmış oldukları çalışmada odun türü ve emprenye maddesinin etkili olduğunu bildirmişlerdir. Doğu kayını ve sarıçam örneklerinin 1 saat vakum 1 saat normal atmosfer basıncı uygulanarak Tanalith CBC ile emprenyesi sonucu kayında retensiyon oranı % 2.11, retensiyon

miktarı 9,90 kg/m³, sarıçamda ise retensiyon oranı % 1.60 retensiyon miktarı 4,85 kg/m³ olduğu belirtilmektedir (Peker ve ark. 1999).

Alev kaynaklı yanmada en yüksek sıcaklık kayın odununda % 6 çimento+boraks karışımında (587°C), en düşük sarıçam odununda %1 Amonyum tetra flu borat (509 °C), kendi kendine yanmada ise; en yüksek sarıçam kontrol örneğinde (568°C), en düşük kayın odununda % 3 Amonyum tetra flu boratta (345°C) ve kor halinde yanmada en yüksek % 7 rutubetli kayın kontrol örneğinde (249°C), en düşük kayın %3 Amonyum tetra flu boratta (119°C) belirlenmiştir. Alev kaynaklı yanma aşamasında borlu bileşiklerden özellikle boraks yanma başlangıcında sıcaklığı düşürme etkisi göstermiştir. Bu sonuç, çeşitli ağaç türleri odunlarında, yanmayı geciktirici kimyasal maddelerin etkilerini inceleyen araştırmacılarla uyum göstermektedir (Yalınkılıç ve ark.1997; Yalınkılıç ve ark. 1996). Hafızoğlu ve ark. (1994) çeşitli borlu bileşiklerin, yanmayı engelleyici etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, yanma evrelerinden kendi kendine yanma aşamasında, alev kaynaklı ve kor halinde yanmaya göre daha yüksek sıcaklık değerleri elde etmişlerdir.

Alev kaynaklı yanmada en yüksek ışık yoğunluğu kayın odununda % 9 çimento+boraks karışımında (264 Lüks), en düşük kayın odununda (221 Lüks), kendi kendine yanmada ise; en yüksek kayın odununda % 9 çimento+boraks odununda (254 Lüks), en düşük kayın kontrolde (216 Lüks) ve kor halinde yanmada en yüksek kayın odununda % 9 çimento+boraks karışımında (267 Lüks), en düşük kayın kontrol örneğinde (225 Lüks) belirlenmiştir. Işık yoğunluğunun azalması duman oluşumunu arttırması ile yangında

zehirlenmelere neden olacağından, duman yoğunluğu fazla olan emprenye maddeleri ile ışık yoğunluğu fazla olan emprenye maddelerinin ikili işlemler halinde birlikte kullanılması duman yoğunluğunu azaltabilir (Baysal 2003).

Toplam en uzun yanma süresi sarıçam odunu % 1 amonyum tetra flu boratta (29.31 dk), en kısa yanma süresi kayın odunu % 1 amonyum tetra flu boratta (16.36 dk); dağılma başlangıcı en uzun sarıçam odununda (900 sn), en kısa kayın odununda % 6 çimento+boraks karışımında (300 sn); en çok ağırlık kaybı sarıçam odunu kontrol örneğinde (% 94), en düşük ağırlık kaybı kayın odununda %3 amonyum tetra flu boratta (%77) gerçekleşmiştir. Gerek hava kurusu ve gerek tam kuru yoğunluk değişim değerleri diğer yapılan çalışmalarla paralellik göstermiştir (Toker, 2007).

KAYNAKLAR

- ASTM D 1413-76 (1976) Standartd Methods of Testing Wood Preservatives by Laboratory Soilblock Cultures, Annual Book of Astm Standarts, USA
- ASTM 160-50 (1975) Standart Test Method for Combustible Properties of Terated Wood by the Crib Test, USA
- Atılğan A, Peker H, Tan H, Bakır D (2011) Çevre Dostu Borlu Bileşiklerin Mobilya Endüstrisinde Kullanım Olanakları, Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 12 (2):126-138
- Atar M, Keskin H, Yavuzcan HG (2004) Varnish Layer Hardness of Oriental Beech (*Fagus orientalis* Lipsky) Wood as Effected by Impregnation and Clor Bleaching, J. Coatings Technol. 1: 498-504

- Baysal E (1994) Çeşitli Borlu ve Wr Bileşiklerin Kızılcam Odununun Bazı Fiziksel Özelliklerine Etkisi, K.T.Ü. Fen Bil. Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon
- Baysal E, Şimşek H, Toker H, Çolak M, Yiğitbaşı ON (2006) Borlu Bileşiklerle Muamele Edilmiş Ağaç Malzemede Higroskopisite Seviyelerinin Belirlenmesi, III. Uluslararası Bor Sempozyumu, Ankara, 45-51
- Baysal E (2003) Yanmayı Geciktirici Kimyasal Maddeler ve Bitkisel Sepi Maddeleri ile Muamele Edilen Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) Odununun Yanma Özellikleri, Fırat Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 15(1), 123-134
- Hafızoğlu H, Yalınkılıç MK, Yıldız ÜC, Baysal E, Peker H, Demirci Z (1994) Türkiye Bor Kaynaklarının Odun Koruma (Emprenye) Endüstrisinde Değerlendirilme İmkânları, Tübitak-Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu Projesi Kod No: TOAG- 875, Trabzon
- Chin-Mu T, Wang YL (1991) Incombustibility of Fire Retardant Coated Wood Panels Quart. J. Expt. Forest NTU, 5: 49-55
- Goldstein IS (1973) Degradation And Protecüon of Wood From Thermal Attcak, in:Wood Deterioration and Its Prevention by Preservative Treatments (D.D. Nicholas,Ed.) Syracuse Univ., New York, Press, Vol:I, 307-339
- Hafors B (1990) The Role of the Wasa in the Development of PEG Preservation Method in: Archaeological Wood Properties, Chemistry and Preservation Series: 225: 195-217
- Kayacık H (1968) Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematiği, III. cilt, Angiospermae (kapalı tohumlar), İstanbul Üniversitesi, Y No: 1360, Orm. Fak. Yayın No: 134
- Le Van SL, Winandy JE (1990) Effects of Fire Rretardant Treatments on Wood Stentgh: A Rewiew, Wood and Fiber Science, 22 (1): 113-131
- Peker H, Atar M, Uysal B (1999) Ağaç Malzemede Yanmayı Geciktirici ve Su İtici Kimyasal Maddelerin Eğilme Direncine Etkileri, Pamukkale Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 5(1): 975-983
- Örs Y, Atar M, Peker H (1999) Bazı Emprenye Maddelerinin Sarıçam ve Doğu Kayını Odunlarının Yoğunluklarına Etkileri, Tübitak, Doğa Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi, 23 (5): 1169-1179
- Örs Y, Sönmez A, Uysal B (1999) Çeşitli Kimyasal Maddelerin Ağaç Malzemenin Yanmaya Dayanıklılığı Üzerine Etkileri, Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi, 23(2):43-48
- Örs Y, Atar M, Peker H (1999) Çeşitli Emprenye ve Üst Yüzey İşlem Maddelerinin Sarıçam ve Kestane Odununun Yanma Özelliklerine Etkileri, Tübitak Doğa Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi, 23 (5): 541-549
- Örs Y, Atar M, Peker H (1999) Okalıptüs (*Eucalyptus Camaldulensis* Dehn.) Odunun Yanma Özellikleri, Pamukkale Üni. Müh. Bil. Dergisi, 5 (2-3): 1195-1201
- Örs Y, Atar M, Peker H (1999) Sarıçam Odunun Yanma Özeliklerine Bazı Borlu Bileşiklerin ve Su İtici Maddelerin Etkileri, Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi, 3 (5): 501-509
- Qu H, Wu W, Wu H, Xie J, Xu J (2011) Study on the Effects of Flame Retardants on the Thermal Decomposition of Wood by TG-MS, Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 103: 935-942
- Sönmez A, Atar M, Peker H (2001) Çeşitli Maddeler ile Emprenye Edilmiş Melez

- Kavak Odununun Yanma Özellikleri, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 15 (1): 23-35
- Temiz A, Gezer ED, Yıldız UC, Yıldız S (2008) Combustion Properties of Alder (*Alnus glutinosa* L.) Gaertn. Subsp *Barbata* (CA Mey) Yalt.) and Southern Pine (*Pinus sylvestris* L.) Wood Treated with Boron Compounds, Construction and Building Materials, 22, 11, 2165–2169
- Toker H (2007) Borlu Bileşiklerin Ağaç Malzemenin Bazı Fiziksel Mekanik ve Biyolojik Özelliklerine Etkilerinin Belirlenmesi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Eylül, Ankara
- TS 2471 (1976) Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler için Rutubet Miktarı Tayini, TSE, Ankara
- TS 345 (1974) Ahşap Emprenye Maddelerinin Etkilerinin Muayene Metotları, TSE, Ankara
- TS 1476 (1984) Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Özelliklerinin Tayini İçin Homojen Meşcerelerden Numune Ağacı ve Laboratuvar Numunesi Alınması, TSE, Ankara
- TS 2471 (1976) Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Rutubet Miktarı Tayini TSE, Ankara
- TS 2472 (1976) Odunda, Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler için Birim Hacim Ağırlığı Tayini, TSE, Ankara
- Uysal B, Özçiftçi A (2004) The Effects of Impregnation Chemicals on Combustion Properties of Laminated Wood Material. Combustion Science & Technology, 176(1): 117–133
- Williams LH (1990) Potential Benefits of Diffusible Preservatives for Wood Protection : An Analysis with Emphasis on Building Protection, In: First International Conference on Wood Protection with Diffusible Preservatives, Hamel, Forest Products Research Society, 29-35
- Yalınkılıç MK, Baysal B, Demirci Z (1997) Bazı Borlu Bileşiklerin ve Su İtici Maddelerin Kızılçam Odunun Yanma Özellikleri Üzerine Etkileri, Doğa Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi, 21 (3): 423–431
- Yalınkılıç MK, Demirci Z, Baysal E (1996) Çeşitli Emprenye Maddelerinin Douglas (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) Odunun Yanma Özellikleri Üzerine Etkileri. Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, 4 (1–2): 613–624
- Yalınkılıç MK, Baysal E, Demirci Z, Peker H (1996) Sarıçam, Kayın, Ladin ve Kızılağaç Odunlarının Çeşitli Kimyasal Maddelerle Emprenye Edilebilme Özellikleri, Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, 2 (2):147–156